



20 36 6 55/  
056

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 62 963 A 1

51 Int. Cl. 7:  
F 02 D 41/02  
F 02 D 41/26

21 Aktenzeichen: 199 62 963.3  
22 Anmeldetag: 24. 12. 1999  
43 Offenlegungstag: 28. 6. 2001

DE 199 62 963 A 1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Williges, Martin, 71254 Ditzingen, DE; Loeffler,  
Juergen, 71638 Ludwigsburg, DE; Sieber, Udo, Dr.,  
74321 Bietigheim-Bissingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren und Vorrichtung zur Regelung einer Drehzahl eines Fahrzeugmotors mit Motorsteuerung während eines Schaltvorgangs

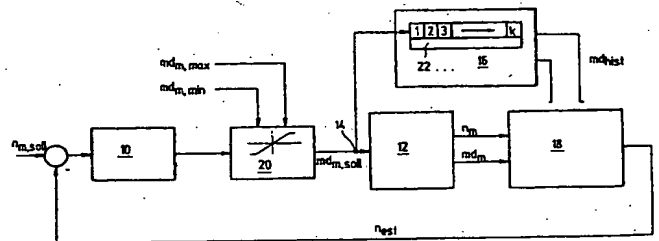
57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung einer Drehzahl eines Fahrzeugmotors mit Motorsteuerung während eines Schaltvorgangs bei Fahrzeugen mit einem automatisierten Getriebe.

Es ist vorgesehen, dass

(a) eine Solldrehzahl ( $n_{m, \text{soll}}$ ) des Fahrzeugmotors in Abhängigkeit von einer Synchrdrehzahl ( $n_{\text{sync}}$ ) einer neu einzustellenden Übersetzung ( $u$ ) des Getriebes ermittelt wird;

(b) eine Dynamik des Momentenaufbaus, ausgehend von einer aktuellen Motordrehzahl ( $n_m$ ), einem aktuellen Motormoment ( $md_m$ ) und einer in einem Momentenspeicher (22) hinterlegten Momentenvergangenheit ( $md_{\text{hist}}$ ) und mit Hilfe eines Prädiktors (18) ermittelt wird, wobei durch den Prädiktor (18) eine sich am Ende eines Prädiktionshorizontes ( $T_{\text{pred}}$ ) voraussichtlich einstellende Drehzahl ( $n_{\text{est}}$ ) ausgegeben wird (Prädiktion) und

(c) die aktuelle Drehzahl ( $n_m$ ), die prädiizierte Drehzahl ( $n_{\text{est}}$ ) und die Solldrehzahl ( $n_{m, \text{soll}}$ ) durch einen Regler erfasst werden, dessen Ausgangsgröße ein über die Motorsteuerung einzustellendes Sollmoment ( $md_{m, \text{soll}}$ ) des Fahrzeugmotors ist.



DE 199 62 963 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer Drehzahl eines Fahrzeugmotors mit Motorsteuerung während eines Schaltvorganges mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen und eine Vorrichtung zur Regelung einer Drehzahl eines Fahrzeugmotors mit Motorsteuerung während eines Schaltvorganges mit den im Anspruch 10 genannten Merkmalen.

## Stand der Technik

Bei Fahrzeugen, die in ihrem Antriebsstrang automatisierte Komponenten, wie Motor, Kupplung und Getriebe, aufweisen, ist zur Steuerung des Schaltvorganges eine Triebstrangsteuerung vorgesehen. Dazu wird üblicherweise über ein geeignetes Stellglied dem Getriebe eine gewünschte Übersetzungsstufe vorgegeben, die über den Schaltvorgang realisiert werden soll.

Der Schaltvorgang lässt sich in drei Phasen gliedern. In einer ersten Phase der Momentenreduktion wird bei noch bestehender aktueller Übersetzung ein Moment des Fahrzeugmotors reduziert und die Kupplung geöffnet. In einer sich anschließenden zweiten Phase (Gangwechsel) wird die aktuelle Übersetzungsstufe herausgenommen. In einer letzten Phase des Momentenaufbaus wird dann die gewünschte Übersetzungsstufe eingelegt und die Kupplung wieder geschlossen. Bestehende Drehzahlunterschiede werden dabei in der Regel mechanisch kompensiert, indem beispielsweise Synchronringe vorgesehen sind. Eine derartige Synchronisation führt zu hohen mechanischen Belastungen innerhalb des Getriebes und ist zudem relativ langsam. Weiterhin kann eine Drehzahlanpassung nur innerhalb von durch die Mechanik bestimmten Grenzen erfolgen, das heißt, bei sehr hohen Drehzahldifferenzen ist eine Schaltung nicht mehr ohne Beschädigung des Getriebes möglich.

Zur Abhilfe sind Verfahren bekannt, bei denen von einer der Kupplung zugeordneten Kupplungssteuerung die Motordrehzahl geändert wird. Hierbei erfolgt eine Beeinflussung des vom Fahrer vorgegebenen Motormomentes, ohne dass jedoch eine Drehzahlregelung im eigentlichen Sinne vorgenommen wird. Über eine derartige indirekte Steuerung können Begrenzungen der Stellgrößen des Motors nur unzureichend oder gar nicht berücksichtigt werden. Damit ist eine genaue und schnelle Drehzahlanpassung, die einen hohen Schaltkomfort ermöglichen würde, nicht zu verwirklichen.

## Vorteile der Erfindung

Über die erfindungsgemäße Vorrichtung und das Verfahren zur Regelung der Drehzahl des Fahrzeugmotors mit Motorsteuerung während des Schaltvorganges bei Fahrzeugen mit automatisiertem Getriebe mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche lassen sich die aufgezeigten Nachteile des Standes der Technik überwinden. Dabei sind Mittel vorgesehen, mit denen eine Soll-drehzahl des Fahrzeugmotors in Abhängigkeit von einer Synchron-drehzahl einer neu einzustellenden Übersetzung des Getriebes ermittelt wird. Daneben wird eine Dynamik des Momentenaufbaus, ausgehend von einer aktuellen Motordrehzahl, einem aktuellen Motormoment und einer in einem Momentenspeicher hinterlegten Momentenvergangenheit mit Hilfe eines Prädiktors ermittelt, wobei durch den Prädiktor eine sich am Ende eines Prädiktionshorizontes voraussichtlich einstellende Drehzahl ausgegeben wird. Anschließend wird die aktuelle Drehzahl, die prädierte Drehzahl und die Soll-drehzahl durch einen Regler erfasst, dessen Ausgangsgröße ein über

die Motorsteuerung einzustellendes Sollmoment des Fahrzeugmotors ist. Auf diese Weise kann die Drehzahl im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße Soll-drehzahl geregelt werden.

Es hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, in dem aufgezeigten Regler Streckengrößen, wie eine Totzeit des Verbrennungsmotors beim Momentenaufbau und einem Begrenzer für das Motormoment, aufzunehmen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens beziehungsweise der erforderlichen Vorrichtung wird ein Umfang der zu berücksichtigenden vergangenen Momente kann durch Einführung einer drehzahlabhängigen Größe berücksichtigt werden. Diese drehzahlabhängige Größe kann wiederum in Abhängigkeit von der aktuellen Drehzahl und/oder der Totzeit bestimmt werden und als Kennlinie dem Verfahren zur Verfügung gestellt werden. Es hat sich ferner als vorteilhaft erwiesen, die Prädiktion in eine Gesamtzahl an Schritten bis zum Erreichen eines Prädiktionshorizontes aufzuteilen. Die Anzahl der Schritte, die zur Berücksichtigung der Momentenvergangenheit einfließen, soll dabei nach Möglichkeit kleiner als die restliche Anzahl der Schritte sein, da so das Reglerverhalten positiv beeinflusst werden kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Abhängigkeit der Soll-drehzahl von der Synchron-drehzahl derart ausgestaltet, dass diese während des Schaltvorganges variieren kann. Zwar ist im einfachsten Fall die Soll-drehzahl identisch mit der Synchron-drehzahl, jedoch ist es ebenso möglich, die Soll-drehzahl rampenförmig oder aber auch mit anderem Verlauf auf die Synchron-drehzahl zu erhöhen. Denkbar ist auch, dass die Soll-drehzahl sich um einen vorgebbaren Wert vom Wert der Synchron-drehzahl unterscheidet. Auf diese Weise kann eine besonders robuste aber auch hochflexible Drehzahlanpassung erfolgen.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

## Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Prinzipschaltbild zur Regelung einer Drehzahl eines Fahrzeugmotors mit Motorsteuerung während eines Schaltvorganges und

Fig. 2 ein schematisches Ablaufdiagramm zur Prädiktion einer Drehzahl.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Zum Antrieb eines Fahrzeuges sind im Antriebsstrang in der Regel Komponenten wie ein Fahrzeugmotor mit Motorsteuerung, eine Kupplung und ein Getriebe vorgesehen. Zur Koordination dieser Komponenten dient eine Triebstrangsteuerung, die in Abhängigkeit von einer jeweiligen Fahrsituation den einzelnen Komponenten über beigeordnete Stellglieder Sollgrößen vorgibt. Wird über die Triebstrangsteuerung eine Schaltnotwendigkeit in bekannter und daher hier nicht näher zu erläuternder Weise ermittelt, so wird ein Schaltvorgang eingeleitet.

Der Schaltvorgang wird üblicherweise in drei Phasen eingeteilt, nämlich einer Momentenreduktion, einem Gangwechsel und einem Momentenaufbau. Ziel des nachfolgend skizzierten Verfahrens ist es, in der Phase des Gangwechsels eine über die Motorsteuerung geregelte Synchronisation zwischen einer Motordrehzahl und einer Synchron-drehzahl

zu ermöglichen. Diese Drehzahlanpassung erfolgt in einem Regelkreis durch einen Regler 10, dessen Ausgangsgröße ein Sollmotormoment  $md_m$  soll ist. Die Fig. 1 zeigt ein schematisches Prinzipschaltbild für eine solche Regelung.

Zunächst ist eine Eingangsgröße des Reglers 10, nämlich eine Sollmotordrehzahl  $n_{m,soll}$ , zu bestimmen. Ausgehend von einer Synchrondrehzahl  $n_{sync}$  einer neuen Übersetzungsstufe  $u$  kann diese festgelegt werden. Dabei ist die Synchrondrehzahl  $n_{sync}$  ein Produkt aus der Übersetzungsstufe  $u$  und einer Getriebeausgangsdrehzahl  $n_{ga}$ . Die Sollmotordrehzahl  $n_{m,soll}$  wird aus der Drehzahl  $n_{sync}$  durch folgende Rechenvorschrift abgeleitet:

$$n_{m,soll} = f(n_{sync}).$$

Im einfachsten Fall ist die Sollmotordrehzahl  $n_m$ , soll identisch mit der Synchrondrehzahl  $n_{sync}$ , jedoch ist es auch denkbar, durch entsprechende Wahl der Funktion  $f$  einen anderen Verlauf über die Zeit vorzugeben. Denkbar ist auch, die Sollmotordrehzahl  $n_{m,soll}$  rampenförmig zu erhöhen, bis die Synchrondrehzahl  $n_{sync}$  erreicht ist. Denkbar ist ferner, dass die Sollmotordrehzahl  $n_{m,soll}$  sich auch nach Ende der Phase des Gangwechsels noch um einen vorgebbaren Wert von der Synchrondrehzahl  $n_{sync}$  unterscheidet.

Weitere wesentliche Komponenten der Regelung sind neben dem Regler 10 die Motorsteuerung 12, mit einer Momentenschnittstelle 14, ein Rechenblock Motordaten 16 mit einem Momentenspeicher 22 und ein Prädiktor 18. Ferner beinhaltet die Regelung einen Begrenzer 20.

Nach Ermittlung der Führungsgröße  $n_{m,soll}$  wird diese mit einer in noch näher zu erläuternder Weise ermittelten prädierten Drehzahl  $n_{est}$  abgeglichen und findet Eingang in den Regler 10. Der Regler selbst kann als P- oder PD-Regler ausgelegt sein und ruft mit einer vorgegebenen Zykluszeit  $dT$  die benötigten Größen ab.

Der Begrenzer 20 dient dazu, eine von dem Regler 10 zur Verfügung gestellte Ausgangsgröße, nämlich ein Sollmotormoment  $md_{m,soll}$ , auf ein vorgegebenes Intervall zu begrenzen. So kann eine Größe  $md_{m,min}$  eines kleinstmöglichen Motormoments bei aktueller Motordrehzahl  $n_m$  einen unteren Grenzwert und eine Größe  $md_{m,max}$ , die so groß ist wie das bei der aktuellen Motordrehzahl  $n_m$  größtmögliche Motormoment, einen oberen Grenzwert festlegen. Diese Größen  $md_{m,max}$  beziehungsweise  $md_{m,min}$  lassen sich in Abhängigkeit von der Zielübersetzung  $u$  und vom Fahrerwunschmoment zusätzlich beeinflussen.

Ein derart bestimmtes Sollausgangsmoment  $md_{m,soll}$  findet einerseits Eingang in die Motorsteuerung 12 und wird andererseits über die Schnittstelle 14 an den Momentenspeicher 22 übermittelt. Mit der Motorsteuerung 12 lassen sich in bekannter Weise die jeweiligen Sollmomente  $md_{m,soll}$  realisieren.

Vor der Bestimmung der prädierten Drehzahl  $n_{est}$  muss zunächst mit Hilfe des Momentenspeichers 22 eine Momentenvergangenheit für den aktuellen Zyklus  $dT$  bestimmt werden. In dem Rechenblock Motordaten 16 werden die letzten Momentenforderungen in einem Array  $md_{hist}$  gespeichert. Dabei ist  $md_{hist}(1)$  die aktuelle Momentenforderung und  $md_{hist}(k)$  die um die Zeit  $(k-1) \times dT$  zurückliegende Momentenforderung. Der Wert  $k$  ist drehzahlabhängig und so bestimmt, dass nur die Momentenforderungen eine Rolle spielen, die für das zukünftige Motorverhalten berücksichtigt werden. Die Werte von  $k$  sind in einer Kennlinie gespeichert und können beispielsweise experimentell ermittelt werden. Weiterhin ist auf diese Weise, nämlich über den Zusammenhang  $k = T_i/dT$ , eine Totzeit  $T_i$  des Motors für eine Momentenrealisierung berücksichtigt. Eingangsgrößen des Prädiktors 18 sind die aktuelle Motordrehzahl  $n_m$ , das aktu-

elle Motormoment  $md_m$  sowie das Array  $md_{hist}$ .

Ein Ablaufdiagramm zur Bestimmung der prädierten Drehzahl  $n_{est}$  ist der Fig. 2 zu entnehmen. Dabei werden die einzelnen Rechenblöcke 1 bis 6 sequenziell ausgeführt:

5 Zunächst finden im Rechenblock 1 die Größen  $md_{hist}$ ,  $md_m$  und  $n_m$  Eingang. Aus einer Zeitkonstanten  $T_i$  des Motors für den Momentenaufbau und der Abtastzeit  $dT$  werden die Koeffizienten  $a$  und  $b$  für eine digitale Realisierung eines Verzögerungsgliedes erster Ordnung bestimmt.

10 In dem nachfolgenden Rechenblock 2 wird ein Moment  $md_{temp}$  und ein Moment  $md_{sum}$  initialisiert. Dabei ist das Moment  $md_{temp}$  das Moment, das sich bei optimaler Zündung voraussichtlich einstellen lässt, während  $md_{sum}$  die Summe der wirksamen Momente während der Prädiktion ist. Nachfolgend wird der Block 3  $k$ -mal durchlaufen. In ihm wird das Moment  $md_{sum}$  berechnet, das dem Zeitintegral der wirksamen Motormomente  $md_{wirk}$  vom aktuellen Zeitpunkt bis zum Prädiktionshorizont  $T_{pred}$  entspricht. Durch eine Funktion  $g$  kann dabei eine momentenreduzierende Wirkung eines Zündwinkleingriffs berücksichtigt werden. Nachdem der Block 3  $k$ -mal durchlaufen wurde, sind alle vergangenen Momentenforderungen  $md_{hist}$ , die eine Rolle für die Drehzahlentwicklung spielen, berücksichtigt worden.

25 Im darauf folgenden Rechenblock 4 wird aus dem Prädiktionshorizont  $T_{pred}$  eine Gesamtzahl der Schritte bestimmt, die die Prädiktion dauert. Dabei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn diese Anzahl größer ist als  $k$ , um ein gutes Reglerverhalten zu erzielen.

30 Im Rechenblock 5 wird die Prädiktion nach dem gleichen Prinzip wie im Block 3 fortgeführt. Hierbei besteht der Unterschied, dass nun keine vergangenen Momentenforderungen  $md_{hist}$  zu berücksichtigen sind und deshalb als Forderung Null angenommen wird. Die Prädiktion erfolgt insgesamt in  $k_{plus}$ -Schritten, wobei  $k_{plus}$  die Anzahl der Schritte darstellt, die die Prädiktion länger läuft als die Momentenvergangenheit zu berücksichtigen ist. Für den Prädiktionshorizont  $T_{pred}$  gilt der Zusammenhang:

$$40 \quad T_{pred} = (k + k_{plus}) \cdot dT.$$

Demnach erfolgt die Prädiktion so lange, bis der Prädiktionshorizont  $T_{pred}$  erreicht wird.

45 Zur Ermittlung der prädierten Drehzahl  $n_{est}$  wird im Rechenblock 6 zur aktuellen Motordrehzahl  $n_m$  eine Drehzahldifferenz addiert. Die Drehzahldifferenz setzt sich zusammen aus der Momentensumme  $md_{sum}$ , der Abtastzeit  $dT$  und einer Drehträgheit  $\Theta$  des Motors. Diese Berechnung wird aus Gründen der Ausführungsgeschwindigkeit nach Möglichkeit nur einmal am Schluss der Prädiktion durchgeführt anstatt bei jedem Prädiktionsschritt und es gilt:

$$50 \quad n_{est} = n_m + \frac{md_{sum} \cdot dT}{\Theta}$$

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung einer Drehzahl eines Fahrzeugmotors mit Motorsteuerung während eines Schaltvorgangs bei Fahrzeugen mit einem automatisierten Getriebe bei dem

(a) eine Sollmotordrehzahl ( $n_{m,soll}$ ) des Fahrzeugmotors in Abhängigkeit von einer Synchrondrehzahl ( $n_{sync}$ ) einer neu einzustellenden Übersetzung ( $u$ ) des Getriebes ermittelt wird;

(b) eine Dynamik des Momentenaufbaus, ausgehend von einer aktuellen Motordrehzahl ( $n_m$ ), ei-

- nem aktuellen Motormoment ( $md_m$ ) und einer in einem Momentenspeicher (22) hinterlegten Momentenvergangenheit ( $md_{hist}$ ) und mit Hilfe eines Prädiktors (18) ermittelt wird, wobei durch den Prädiktor (18) eine sich am Ende eines Prädiktionshorizontes ( $T_{pred}$ ) voraussichtlich einstellende Drehzahl ( $n_{est}$ ) ausgegeben wird (Prädiktion) und (c) die aktuelle Drehzahl ( $n_m$ ), die prädierte Drehzahl ( $n_{est}$ ) und die Solldrehzahl ( $n_{m,soll}$ ) durch einen Regler erfasst werden, dessen Ausgangsgröße ein über die Motorsteuerung einzustellendes Sollmoment ( $md_{m,soll}$ ) des Fahrzeugmotors ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sollmoment ( $md_{m,soll}$ ) in Abhängigkeit von einer Totzeit ( $T_d$ ) des Fahrzeugmotors für einen Momentenaufbau bestimmt wird.
  3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sollmoment ( $md_{m,soll}$ ) durch ein minimal und ein maximal einstellbares Moment (Grenzwerte  $md_{m,min}$  und  $md_{m,max}$ ) bei aktueller Motordrehzahl ( $n_m$ ) begrenzt wird (Begrenzer 20).
  4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzwerte ( $md_{m,min}$ ,  $md_{m,max}$ ) in Abhängigkeit von einer einzustellenden Zielübersetzung ( $u$ ) und/oder vom Fahrer geforderten Fahrermoment festgelegt werden.
  5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Momentenvergangenheit ( $md_{hist}$ ) derart mit einfließt, dass für jede Prädiktion eine Anzahl ( $k$ ) für die zu berücksichtigenden vergangenen Momente festgelegt wird.
  6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl ( $k$ ) in Abhängigkeit von der aktuellen Drehzahl ( $n_m$ ) und/oder der Totzeit ( $T_d$ ) festgelegt wird.
  7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl ( $k$ ) experimentell bestimmt und als Kennlinie gespeichert wird.
  8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Prädiktion in eine Gesamtanzahl an Schritten bis zum Erreichen des Prädiktionshorizontes aufgeteilt wird und die Anzahl ( $k$ ) der Schritte für die Berücksichtigung der Momentenvergangenheit kleiner ist, als die restliche Anzahl der Schritte während der Prädiktion.
  9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Solldrehzahl ( $n_{m,soll}$ ) während des Schaltvorgangs gemäß einer Funktion ( $f$ ) oder rampenförmig erhöht wird, bis die Synchrondrehzahl ( $n_{sync}$ ) oder eine um einen vorgegebenen Wert geminderte Synchrondrehzahl ( $n_{sync}$ ) erreicht wird.
  10. Vorrichtung zur Regelung einer Drehzahl eines Fahrzeugmotors mit Motorsteuerung während eines Schaltvorgangs bei Fahrzeugen mit einem automatisierten Getriebe, bei der Mittel vorgesehen sind, mittels denen
    - (a) eine Solldrehzahl ( $n_{m,soll}$ ) des Fahrzeugmotors in Abhängigkeit von einer Synchrondrehzahl ( $n_{sync}$ ) einer neu einzustellenden Übersetzung ( $u$ ) des Getriebes ermittelt wird;
    - (b) eine Dynamik des Momentenaufbaus, ausgehend von einer aktuellen Motordrehzahl ( $n_m$ ), einem aktuellen Motormoment ( $md_m$ ) und einer in einem Momentenspeicher (22) hinterlegten Momentenvergangenheit ( $md_{hist}$ ) und mit Hilfe eines Prädiktors (18) ermittelt wird, wobei durch den Prädiktor (18) eine sich am Ende eines Prädiktionshorizontes ( $T_{pred}$ ) voraussichtlich einstellende Drehzahl ( $n_{est}$ ) ausgegeben wird (Prädiktion) und (c) die aktuelle Drehzahl ( $n_m$ ), die prädierte Drehzahl ( $n_{est}$ ) und die Solldrehzahl ( $n_{m,soll}$ ) durch einen Regler erfasst werden, dessen Ausgangsgröße ein über die Motorsteuerung einzustellendes Sollmoment ( $md_{m,soll}$ ) des Fahrzeugmotors ist.
  11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung einen Begrenzer (20) umfasst, der das Sollmoment ( $md_{m,soll}$ ) durch ein minimal und ein maximal einstellbares Moment (Grenzwerte  $md_{m,min}$  und  $md_{m,max}$ ) bei aktueller Motordrehzahl ( $n_m$ ) begrenzt.
  12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine Schnittstelle (14) zu einem Rechenblock für Motordaten (16) mit dem Momentenspeicher (22) umfasst.
  13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung einen Momentenspeicher (22) umfasst, in dem eine Momentenvergangenheit ( $md_{hist}$ ) hinterlegt wird, die bei der Ermittlung der Drehzahl ( $n_{est}$ ) mit einfließt.
  14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung Mittel umfasst, mit denen die Solldrehzahl ( $n_{m,soll}$ ) während des Schaltvorgangs gemäß einer Funktion ( $f$ ) oder rampenförmig erhöht wird, bis die Synchrondrehzahl ( $n_{sync}$ ) oder eine um einen vorgegebenen Wert geminderte Synchrondrehzahl ( $n_{sync}$ ) erreicht wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

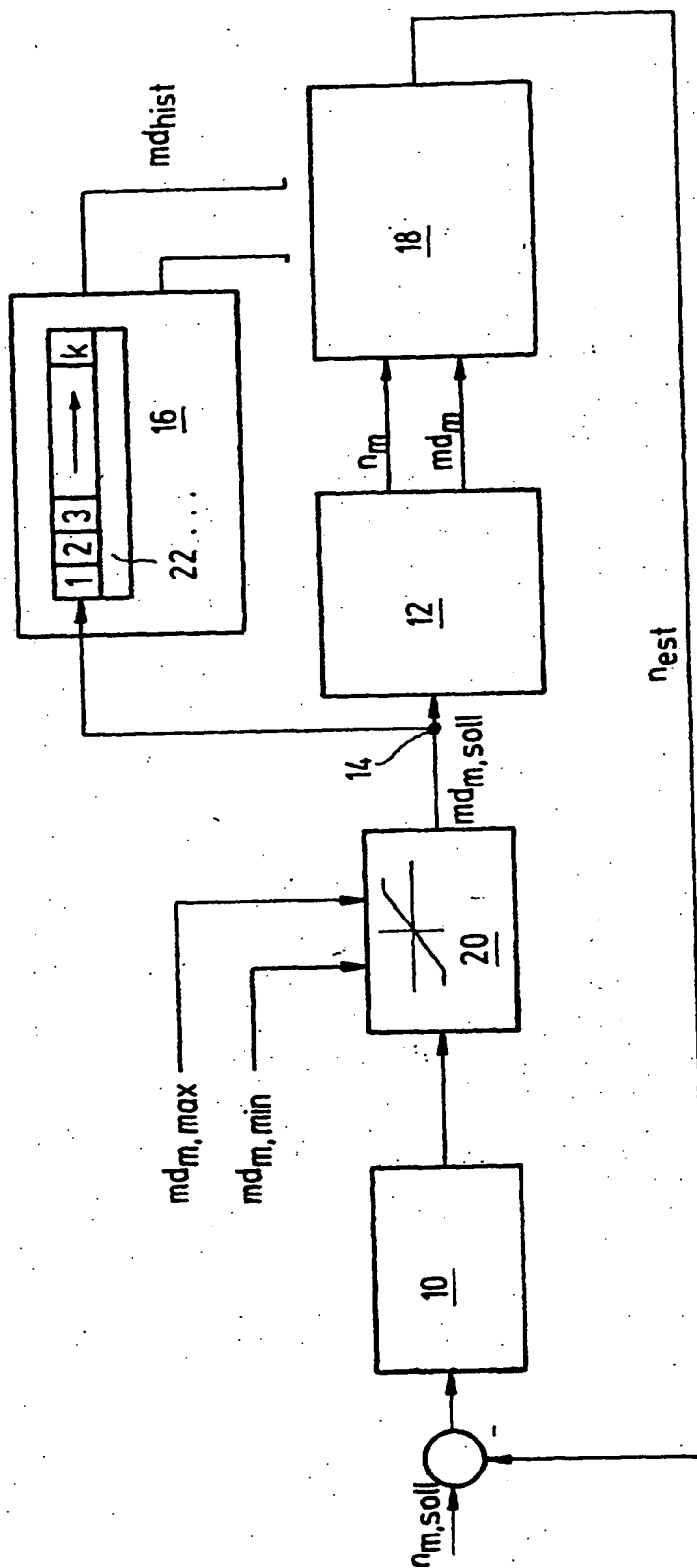


Fig.1

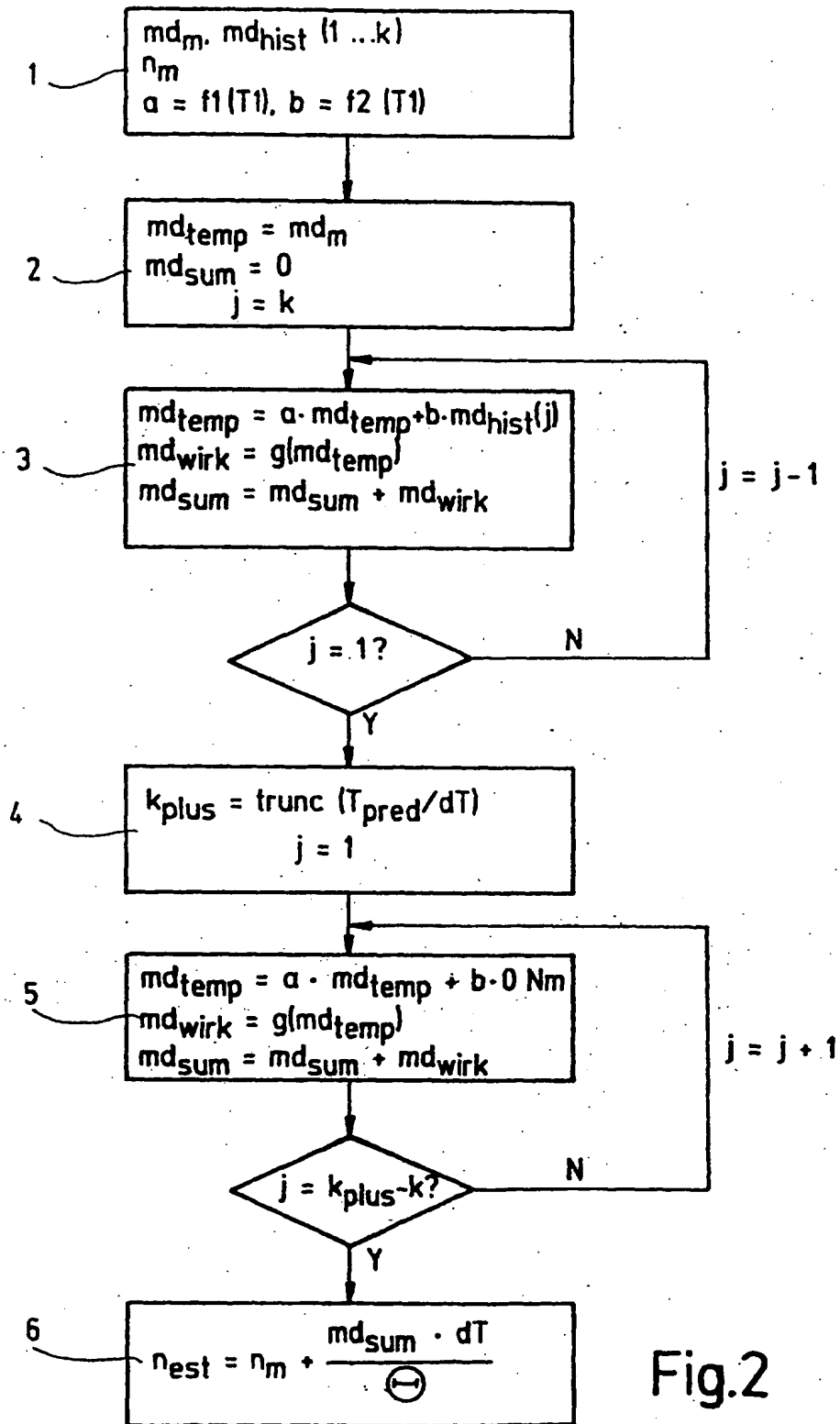


Fig.2